

## Анализ современных систем молниезащиты

П.В. Паненко, В.Ф. Рой, д.ф-м.н., проф.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Молния является мощным поражающим фактором. Воздействия молнии разделяют на две группы: первичные и вторичные. Прямой удар молнии приводит к механическим разрушениям зданий, сооружений, вызывает пожары и взрывы, является прямой или косвенной причиной гибели людей. К вторичным воздействиям относят электростатическую и электромагнитную индукцию, занос высоких потенциалов в здания и сооружения. Образовавшийся электростатический заряд облака индуцирует заряд противоположного знака на предметах, изолированных от земли. Этот заряд релаксирует обычно путем электрического разряда на ближайшие заземленные предметы, что может вызвать электротравматизм людей, воспламенение горючих смесей и взрывы.

При разряде канале молнии протекает очень сильный и быстро изменяющийся во времени ток, создающий мощное переменное во времени магнитное поле, которое индуцирует в металлических контурах электродвижущую силу. В местах сближения контуров также могут происходить электрические разряды.

Занос высоких потенциалов в здание происходит в результате прямого удара молнии в металлокоммуникации, расположенные на уровне земли или над ней вне зданий, что сопровождается электрическими разрядами на заземленное оборудование.

С первичным воздействием молнии вполне справляются традиционные молниеотводы: стержневые, тросовые и металлические сетки. Но для защиты от вторичного воздействия этих средств недостаточно. Мероприятия по борьбе с вторичными воздействиями молнии изложены Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 [1],[2], которые заключаются в отводе индуцируемых статических зарядов в землю путем присоединения металлического оборудования, расположенного внутри и вне зданий, к специальному заземлителю или к защитному заземлению электроустановок.

Однако эти средства защиты от вторичного воздействия молнии не гарантируют 100% защиты. Соединения подвержены механическому и химическому воздействию, что приводит к их разрушению. Также они не всегда могут быть выполнены.

Поэтому, перед разработчиками систем молниезащиты ставится задача полностью исключить воздействие молнии на защищаемый объект, что возможно в двух случаях:

- отвести молнию в безопасное место, где она не принесет вреда;
- спровоцировать удар молнии на безопасном расстоянии от объекта.

С 80-х годов XX века ведутся исследования по принудительному инициированию молнии с помощью активных молниеприемников. Особых успехов добились французы, которые уже поставили на производство активные молниеприемники с упреждающей стриммерной эмиссией PREVECTRON 2. Они представляют собой улучшенную версию одиночного молниеприемника, воплотившую в себе самые последние разработки в области молниезащиты.

Работа PREVECTRON 2 разделяется на два этапа:

- заряд источника ионизирующего напряжения через нижние электроды от окружающего электрического поля (несколько миллионов Вольт/метр в грозовой обстановке). Это означает, что PREVECTRON 2 – полностью автономная система, не требующая внешнего источника питания.

- упреждающее инициирование восходящего лидера, осуществляемое при помощи ионизации искровым разрядом, между верхними электродами и центральным наконечником. Способность PREVECTRON 2 инициировать восходящий лидер прежде любой другой доминирующей над местностью точки в защищаемой зоне дает гарантию того, что именно молниеотвод будет наиболее вероятной точкой удара разряда молнии.

Зона действия такого молниеотвода в 10 раз больше, чем у традиционного стержневого.

Активные молниепремники уже широко используются в Европе. PREVECTRON 2 защищает от молний Собор Парижской Богоматери (Франция), Акрополь (Греция), Тауэрский мост (Англия) и другие здания по всему миру.

Еще один перспективный способ вызвать молнию – лазерное инициирование молнии. Он основан на создании в воздухе ионизированного канала с помощью лазерного излучения. Возможны две основные схемы, в одной из которых плазменный канал создается лазером около вершины высокой башни и это способствует более раннему возбуждению восходящего лидера, который перехватывает молнию. Именно такой эффект был зарегистрирован в Японии в 1997 г. В другой схеме предполагается с помощью лазера создать плазменный канал в свободной атмосфере с тем, чтобы от его концов возбуждились лидеры, провоцирующие молнию. Такой путь лазерного инициирования молнии более сложный, однако представляет гораздо больший интерес и для науки о молнии, и, в перспективе, для молниезащиты. Одна из основных трудностей – сфокусировать лазерное излучение на возможно большей высоте, но так, чтобы воздух по пути транспортировки излучения не ионизировался. Недостатки этих методов – значительная энергоемкость и стоимость реализации.

В перспективе, лазерное инициирование молнии, могло бы стать системой молниезащиты номер один для наиболее ответственных и уязвимых объектов, например, атомные электростанции, промышленные узлы, военные объекты и т.д.

Поэтому, с точки зрения технико-экономических расчетов для каждого объекта следует выбирать ту систему молниезащиты, надежность которой была бы достаточной, а стоимость - оправданной.